

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN
KOMPOSIT POLIETER-ETER KETON
TERSULFONASI (SPEEK) –KITOSAN UNTUK
SEL BAHAN BAKAR METANOL**

TESIS

Diajukan Kepada

Program Studi Magister Teknik Kimia

Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Magister dalam Ilmu Teknik



Oleh

Tri Harmoko

NIM. U 200170004

MAGISTER TEKNIK KIMIA

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2020

NOTA PEMBIMBING

M. Mujiburohman, S.T.,M.T.,Ph.D
Program Studi Magister Teknik Kimia
Sekolah Pascasarjana
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nota Dinas
Hal: Tesis Saudara Tri Harmoko

Kepada Yth.
Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia
Sekolah Pascasarjana
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Assalamu' alaikum wr.wb

Setelah membaca, meneliti, mengoreksi dan mengadakan perbaikan terhadap tesis saudara:

Nama	: Tri Harmoko
NIM	: U 200170004
Konsentrasi	: Magister Teknik Kimia
Judul	: Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) – Kitosan untuk Sel Bahan Bakar Metanol

Dengan ini kami menilai tesis tersebut dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tesis pada Program Studi Magister Teknik Kimia, Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Surakarta, Februari 2020
Pembimbing


M. Mujiburohman, S.T.,M.T.,Ph.D

NOTA PEMBIMBING

Ir. Nur Hidayati, M.T.,Ph.D

Program Studi Magister Teknik Kimia
Sekolah Pascasarjana
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nota Dinas

Hal: Tesis Saudara Tri Harmoko

Kepada Yth.

Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia
Sekolah Pascasarjana
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Assalamu'alaikum wr.wb

Setelah membaca, meneliti, mengoreksi dan mengadakan perbaikan terhadap tesis saudara:

Nama	: Tri Harmoko
NIM	: U 200170004
Konsentrasi	: Magister Teknik Kimia
Judul	: Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) – Kitosan untuk Sel Bahan Bakar Metanol

Dengan ini kami menilai tesis tersebut dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tesis pada Program Studi Magister Teknik Kimia, Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Surakarta, 24... Februari 2020
Pembimbing



Ir. Nur Hidayati, M.T.,Ph.D

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT
POLIETER ETER KETON TERSULFONASI (SPEEK) – KITOSAN
UNTUK SEL BAHAN BAKAR METANOL**

TESIS

Oleh:

**TRI HARMOKO
NIM. U 200170004**

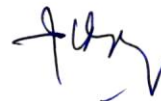
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



M. Mujiburohman, S.T.,M.T.,Ph.D

Pembimbing II



Ir. Nur Hidayati, M.T.,Ph.D

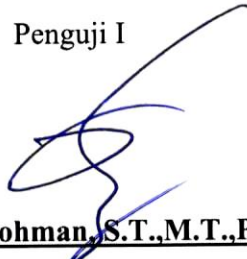
TESIS BERJUDUL

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT
POLIETER ETHER KETON TERSULFONASI (SPEEK) – KITOSAN
UNTUK SEL BAHAN BAKAR METANOL**

yang dipersiapkan dan disusun oleh
TRI HARMOKO
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 22 Juli 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Penguji I



M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D

Penguji II



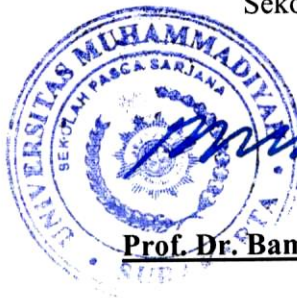
Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D

Penguji III



Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

Surakarta, 27 Juli 2020
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Sekolah Pascasarjana
Direktur,



Prof. Dr. Bambang Sumardjoko, M.Pd

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Tri Harmoko

NIM : U 200170004

Program Studi : Magister Teknik Kimia

Konsentrasi : -

Judul : Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit
Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) – Kitosan untuk
Sel Bahan Bakar Metanol

menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya serahkan benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang telah saya jelaskan sumbernya. Apabila di kemudian hari terbukti tesis ini jiplakan dan terdapat plagiat, gelar yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, Februari 2020

Yang membuat pernyataan,



Tri Harmoko

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian Tesis Magister Teknik Kimia dengan baik. Sholawat serta salam tercurahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan pengikutnya.

Penelitian ini berjudul Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) – Kitosan untuk Sel Bahan Bakar Metanol. Penelitian ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister Teknik Kimia Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua beserta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini
2. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
3. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D dan Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing
4. Bapak Ibu Dosen Magister Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
5. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan dan semangat dalam menyelesaikan Penelitian ini.

Semoga Penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Surakarta, Februari 2020

Penulis

MOTTO

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan”

(Qs. Ar-Rahman; 13)

Sesungguhnya bersama kesulitn ada kemudahan”

(Qs. Al-Insyirah: 6)

Jangan melihat seseorang dari sisi suksesnya, tetapi lihatlah dari sisi perjuangan dan do'anya.

PERSEMBAHAN

Tesis ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah memberi arti dalam hidup saya:

- Bapak dan ibu tercinta, terimakasih atas kasih sayang, pengorbanan dan pendidikan yang telah bapak ibu berikan sampai saat ini, semoga dapat menjadi ilmu yang manfaat dan berkah sebagai bekal dan bermanfaat dalam kehidupanku.
- Bapak Herry Purnama dan Ibu Nur Hidayati, terimakasih atas dukungan semangat dan biaya yang telah diberikan untuk kuliah dan penelitian selama perkuliahan studi di S1 dan S2. Semoga menjadi ilmu yang manfaat dan barokah sehingga menjadi amal jariyah untuk bapak dan ibu.
- Untuk kakakku, Agus Priyanto dan Bambang Priyono terimakasih atas segala bentuk dukungan dan semangatnya.
- Untuk Bapak Santoso, Ibu Rubini dan Afifah DNC. Terimakasih atas dukungan motivasi dan semangat yang telah diberikan.

Untuk semua teman-teman penelitian terimakasih atas segala saran, dukungan, bantuan dan semangatnya sampai selesai.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Luaran Yang Diharapkan	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sel Bahan Bakar.....	4
2.2. Prinsip Kerja Sel Bahan Bakar.....	4
2.3. Jenis Sel Bahan Bakar.....	5
2.4. Prinsip Kerja Sel Bahan Bakar Metanol	7
2.5. Membran untuk Sel Bahan Bakar Metanol	9
2.6. Teknik Pembuatan Komposit Membran	13
2.7. <i>Polyether ether ketone</i> (PEEK).....	14
2.8. Kitosan	15
BAB III	18
METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Rancangan Penelitian.....	18
3.2. Bahan dan Alat.....	19
3.2.1. Bahan yang Digunakan	19

3.2.2.	Alat yang digunakan	19
3.3.	Prosedur Proses	20
3.3.1.	Diagram Alir Tahapan Proses	20
3.3.2.	Sulfonasi PEEK.....	21
3.3.3.	Pencetakan komposit membran sPEEK-kitosan	21
3.3.4.	Proses <i>crosslink</i>	22
3.4.	Tahap Analisis	22
3.4.1.	Analisis Kapasitas Penukar Ion (IEC).....	22
3.4.2.	Analisis Daya Serap Membran (<i>Water Uptake</i>).....	22
3.4.3.	Analisis <i>Swelling Degree</i>	22
3.4.4.	Analisis Permeabilitas Metanol	23
3.4.5.	Analisis <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i> (FTIR).....	24
3.4.6.	Analisis Kuat Tarik	24
3.4.7.	Analisis Termogravimetri (TGA)	24
3.4.8.	Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	24
3.4.9.	Analisis <i>X-Ray Difraction</i> (XRD).....	24
BAB IV	26
PEMBAHASAN	26
4.1.	Analisis <i>Water Uptake</i>	27
4.2.	Analisis <i>Swelling Degree</i>	29
4.3.	Analisis Kuat Tarik	29
4.4.	Analisis Kapasitas Penukar Ion.....	31
4.5.	Analisis Permeabilitas metanol.....	33
4.6.	Analisis <i>Thermogravimetric Analyzer</i> (TGA)	35
4.7.	Analisis <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i> (FTIR).....	36
4.8.	Analisis <i>X-ray diffraction</i> (XRD)	38
4.9.	Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	39
BAB V	41
5.1.	Simpulan	41
5.2.	Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema proses kerja sel bahan bakar	5
Gambar 2. Skema proses reaksi sel bahan bakar metanol	9
Gambar 3. Struktur kimia PEEK dan sPEEK	15
Gambar 4. Struktur kimia kitin dan kitosan	17
Gambar 5. Diagram Alir Tahapan Proses Sulfonasi, Pembuatan dan Analisa Komposit Membran sPEEK-kitosan.....	20
Gambar 6. Bahan baku membran kitosan (a) dan PEEK (b)	26
Gambar 7. Hasil analisis <i>water uptake</i> dan <i>swelling degree</i>	28
Gambar 8. Hasil uji Termogravimetri (TGA) terhadap membran sPEEK-kitosan.	35
Gambar 9. Hasil uji FTIR terhadap membran sPEEK-kitosan.	37
Gambar 10. Hasil uji XRD terhadap membran sPEEK-kitosan.	38
Gambar 11. Hasil uji SEM pada membran sPEEK-kitosan. Rasio 80:20 (a),	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. tipe sel bahan bakar berdasarkan membran elektrolit, muatan, suhu operasi dan bahan bakar	7
Tabel 2. Modifikasi Pengembangan Membran untuk Aplikasi DMFC	12
Tabel 3. beberapa sumber kitin dan kitosan.....	16
Tabel 4. Layout Metode Rancangan Acak lengkap sPEEK-kitosan.....	18
Tabel 5. Karakterisasi kekuatan membran komposit sPEEK-kitosan.....	30
Tabel 6. Karakterisasi Kapasitas penukar ion	31
Tabel 7. Karakterisasi permeabilitas membran komposit sPEEK-kitosan.....	33